

No title available.

Patent Number: US4082376

Publication date: 1978-04-04

Inventor(s): WEHDE HEINZ; BECKER WILLI

Applicant(s):: PFEIFFER VAKUUMTECHNIK

Requested Patent: DE2457783

Application Number: US19750637744 19751204

Priority Number(s): DE19742457783 19741206

IPC Classification: F16C39/00

EC Classification: F04D13/02B3, F04D19/04F, F16C39/06, H02K7/09

Equivalents: FR2293623, GB1525489, JP1291119C, JP51077746, JP60014209B

Abstract

Data supplied from the esp@cenet database - I2



(11) DE 2457783 C2

F16C 32/04

- (21) Aktenzeichen: P 24 57 783.1-51
 (22) Anmeldetag: 6. 12. 74
 (43) Offenlegungstag: 16. 6. 76
 (45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 9. 10. 86

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Arthur Pfeiffer Vakuumtechnik Wetzlar GmbH, 6334
Aßlar, DE

(61) Zusatz in: P 25 54 995.5

(72) Erfinder:

Wehde, Heinz, Dr.rer.nat., 6121 Rothenberg, DE;
Becker, Willi, Dr.h.c., 6333 Braunfels, DE

(56) Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-PS	25 37 367
DE-AS	17 50 602
DE-OS	25 37 367
DE-OS	22 13 470
DE-OS	22 13 447
DE-OS	21 39 614
DE-OS	21 37 850
DE-GM	71 12 175
US	34 73 852
US	28 69 935

(54) Magnetische Lagerung

DE 2457783 C2

DE 2457783 C2

Patentansprüche:

1. Magnetische Lagerung für den Rotor einer Turbo-Vakumpumpe

5

- enthaltend zwei an den Rotorenden angeordnete Magnetlager zur axialen Lagerung eines Rotors mit
- aus ferromagnetischen und/oder permanentmagnetischen Materialien bestehenden Lagerbauteilen des Rotors,
- wobei das erste Magnetlager mit einem stationär angeordneten Permanentmagneten den Rotor passiv stabilisiert und
- das zweite Magnetlager mit einem stationär angeordneten Elektromagneten ausgerüstet ist und über Lagerfühler die axiale Rotorposition erfaßt und regelbar beeinflußt wird und sich dieses Magnetlager auf der Druckseite der Pumpe befindet und daß
- der Rotor ein glockenförmiges Teil aufweist, in welches eine Baugruppe hineinragt, die die statorseitigen Teile eines elektrischen Antriebsmotors enthält

10

15

20

25

dadurch gekennzeichnet, daß

- eine senkrecht zur Drehachse des Rotors wirkende Dämpfungseinrichtung (35) vorhanden ist,
- das erste Magnetlager (11) auf der Ansaugseite liegt
- und der Rotor (5) so geformt ist, daß sein polares Trägheitsmoment größer ist als das äquatoriale Trägheitsmoment.

30

40

2. Magnetische Lagerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Baugruppe, welche die statorseitigen Teile des elektrischen Antriebsmotors (48), des zweiten Magnetlagers (23) sowie Spulen (36) der Dämpfungseinrichtung enthält, so am druckseitigen Gehäusedeckel (47) angeordnet ist, daß sie unzerlegt mit diesem aus dem Gehäuse (1) der Pumpe entfernt werden kann.

3. Magnetische Lagerung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Magnetlager (11) im wesentlichen im Zentrum der Öffnung auf der Ansaugseite der Pumpe angeordnet ist und mittels im wesentlichen radial gerichteten Trägern (10) am Gehäuse (1) befestigt ist.

4. Magnetische Lagerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Innenseite des glockenförmigen Teiles (39) die Permanentmagnete (50) des als bürstenlosen, eisenlosen Gleichstrommotor (48—51) ausgebildeten Antriebsmotors angeordnet sind.

5. Magnetische Lagerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfungseinrichtung (35) ein Stellglied mit einer Spule (36) sowie einen Sensor (42) mit einer Spule aufweist, wobei die genannten Spulen (36) und (42) zu einer einzigen Spule zusammengefaßt sind und daß der Spule ein Zweipol (43) mit negativem Innenwiderstand nachgeschaltet ist.

6. Magnetische Lagerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfungseinrichtung (35) ein elektrisches Fil-

ternetzwerk aufweist, welches nur in den Frequenzbereichen, in welchen mechanische Resonanzschwingungen auftreten, wirksam ist.

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

105

110

115

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

225

230

235

240

245

250

255

260

265

270

275

280

285

290

295

300

305

310

315

320

325

330

335

340

345

350

355

360

365

370

375

380

385

390

395

400

405

410

415

420

425

430

435

440

445

450

455

460

465

470

475

480

485

490

495

500

505

510

515

520

525

530

535

540

545

550

555

560

565

570

575

580

585

590

595

600

605

610

615

620

625

630

635

640

645

650

655

660

665

670

675

680

685

690

695

700

705

710

715

720

725

730

735

740

745

750

755

760

765

770

775

780

785

790

795

800

805

810

815

820

825

830

835

840

845

850

855

860

865

870

875

880

885

890

895

900

905

910

915

920

925

930

935

940

945

950

955

960

965

970

975

980

985

990

995

1000

1005

1010

1015

1020

1025

1030

1035

1040

1045

1050

1055

1060

1065

1070

1075

1080

1085

1090

1095

1100

1105

1110

1115

1120

1125

1130

1135

1140

1145

1150

1155

1160

1165

1170

1175

1180

1185

1190

1195

1200

1205

1210

1215

1220

1225

1230

1235

1240

1245

1250

1255

1260

1265

1270

1275

1280

1285

1290

1295

1300

1305

1310

1315

1320

1325

1330

1335

1340

1345

1350

1355

1360

1365

1370

1375

1380

1385

1390

1395

1400

1405

1410

1415

1420

1425

1430

1435

1440

1445

1450

1455

1460

1465

1470

1475

1480

1485

1490

1495

1500

1505

1510

1515

1520

1525

1530

1535

1540

1545

1550

1555

1560

1565

1570

geordnete Magnetlager mit einem statorseitigen Permanentmagneten keine elektrischen Durchführungen oder Dichtungen erforderlich sind. Durch die beiden Magnetlager werden auf den Rotor einander entgegengesetzte Zugkräfte ausgeübt, wobei mittels des auf der Druckseite angeordneten Magnetlagers die geregelte Stabilisierung des Rotors erfolgt. Beide Magnetlager sind derart ausgebildet, daß eine ungeregelte passive Stabilisierung des Rotors in radialer Richtung erreicht wird und somit besondere radiale Lager nicht erforderlich sind. Da somit nur ein aktiv geregelter Magnetlager mit einem Elektromagneten vorhanden ist und lediglich zur Dämpfung eine Dämpfungseinrichtung vorhanden ist, wird sowohl der fertigungstechnische Aufwand an Elektronik und elektrischen Mitteln auf ein Minimum reduziert, als auch der Leistungsbedarf in wirtschaftlichen Grenzen gehalten. Da das polare Trägheitsmoment des Rotors größer als sein äquatoriales Trägheitsmoment ist, wird auch für hohe Drehzahlen eine einfache Stabilisierung des Rotors gewährleistet. Es ist daher von großem Vorteil, den Rotor mit einem glockenförmigen Teil zu versehen, so daß im Hinblick auf die genannten Trägheitsmomente der Rotor in Richtung einer Drehachse vergleichsweise kurz ausgebildet werden kann. Auch die äußeren Abmessungen der Turbo-Vakuumpumpe können somit im Vergleich zu den bekannten Anordnungen erheblich verkleinert werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die in das glockenförmige Teil des Rotors hineinragende Baugruppe die statorseitigen Teile des elektrischen Antriebsmotors, des zweiten Magnetlagers sowie die Spulen der Dämpfungseinrichtung, so daß diese Baugruppe zusammen mit dem druckseitigen Gehäusedeckel unterlegt aus dem Gehäuse entfernt werden kann. Hierdurch ergeben sich Vorteile sowohl bei der Herstellung als auch bei der gegebenenfalls erforderlichen Wartung der Turbo-Vakuumpumpe. Die Dämpfungseinrichtung enthält zweckmäßig einen Sensor für die radiale Lage oder Bewegung des Rotors, wobei entweder aufgrund der geometrischen Zuordnung zu einem Stellglied oder durch geeignete elektrische Mittel die erforderliche Phasenverschiebung zwischen Sensorsignalen und den dem Stellglied zuzuführenden Signalen erreicht wird, um die Dämpfungswirkung zu erzielen.

Der Aufbau der Dämpfungseinrichtung wird besonders einfach, wenn die Spule des induktiven Lageföhlers und die Spule des Stellgliedes ein- und dieselbe sind, d. h. in einer einzigen Spule zusammengefaßt sind. Wird der genannten Spule ein Zweipol mit einem negativen Innenwiderstand nachgeschaltet, so ergibt sich auf einfachste Weise die geforderte Dämpfungswirkung. Als Beispiel für einen derartigen Zweipol sei ein mitgekoppelter Verstärker genannt. Es erweist sich weiterhin als vorteilhaft, die Dämpfungseinrichtung nur in den Frequenzbereichen, in welchen mechanische Resonanzschwingungen auftreten, zu aktivieren. Hierbei werden in dem Verstärker, welcher dem genannten Sensor nachgeschaltet ist, ein oder mehrere Filternetzwerke vorgesehen. Diese Filternetzwerke sind derart abgestimmt, daß sie nur für bestimmte Frequenzbereiche, in welchen die genannten Schwingungen auftreten, durchlässig sind.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert.

Die Turbo-Vakuumpumpe weist ein Gehäuse 1 auf mit im Inneren angeordneten Leitschaufelkränzen 2. Sie enthält weiterhin einen um die Drehachse 4 drehbaren

Rotor 5, an welchem in bekannter Weise Laitschaufelkränze 6 derart angeordnet sind, daß diese jeweils zwischen zwei Leitschaufelkränzen umlaufen können. Auf der Ansaugseite der Pumpe ist ein Flansch 7 vorgesehen, mit welchem eine Verbindung zum evakuierbaren Raum herstellbar ist. Ein weiterer Flansch 8 befindet sich auf der Druckseite der Pumpe, zum Anschluß einer Vorvakumpumpe. Mittels radial gerichteter Träger 10 ist im Zentrum der Öffnung auf der Ansaugseite ein erstes Magnetlager 11 vorgesehen, mit welchem auf den Rotor 5 eine axial (nach oben) gerichtete Zugkraft ausgeübt wird. Das genannte Magnetlager enthält einen im wesentlichen axial magnetisierten Permanentmagneten 12, angeordnet zwischen zwei etwa topfförmigen, ferromagnetischen Bauteilen 14, 15, mit koaxialen Polringen oder Schneiden 16, 17. Mit dem Rotor ist ein ferromagnetisches Bauteil 18 verbunden, welches koaxiale Polringe oder Schneiden 20, 21 derart aufweist, daß diese den genannten Polringen 16, 17 gegenüberstehen. Das genannte Magnetlager, welches sich durch eine besonders einfache konstruktive Gestaltung auszeichnet, ermöglicht aufgrund der koaxialen Ausbildung der Polringe gleichzeitig eine radiale Stabilisierung des Rotors 5. Es kann ohne weiteres auch dahingehend modifiziert werden, daß entsprechend des Magneten 12 auch auf dem Rotor ein Permanentmagnet vorgesehen wird, wobei die Magnetisierung derart vorzusehen ist, daß ebenfalls eine Zugkraft auf den Rotor ausgeübt wird. Weiterhin kann gemäß einer anderen, bevorzugten Ausbildung das genannte, erste Magnetlager auch ohne die Bauteile 14, 15 ausgebildet sein, wobei mit den Trägern 10 ein vorzugsweise ringförmiger, axial magnetisierter Permanentmagnet verbunden ist und diesem in axialer Richtung gegenüberliegend auf dem Rotor ein weiterer entsprechend ausgebildeter Permanentmagnet oder ein ferromagnetisches Bauteil zugeordnet ist. Am unteren Ende, also auf der Druckseite, ist ein weiteres Magnetlager 23 vorgesehen, welches einen auf dem Stator angeordneten aktiv geregelten Elektromagneten 24 aufweist. Auch hierbei sind koaxiale Polringe 25, 26 vorgesehen, welchen auf dem Rotor entsprechende Polringe 27, 28 eines ferromagnetischen Bauteiles 30 zugeordnet sind. Es ist weiterhin ein Sensor 31 vorgesehen, welcher vorzugsweise induktiv, gegebenenfalls aber auch kapazitiv oder photoelektrisch, die Lage des Rotors in axialer Richtung erfaßt. Der Sensor ist mit einem Regler 32 verbunden, dessen Regelcharakteristik in geeigneter Weise ausgewählt ist, um über den nachgeschalteten Verstärker 33 und den nachgeschalteten Elektromagneten 24 eine Stabilisierung des Rotors in axialer Richtung zu erreichen. Auch bei dem genannten zweiten Magnetlager kann auf dem Rotor noch ein Permanentmagnet vorgesehen sein, ähnlich wie bei dem ersten Magnetlager.

Aufgrund der bereits beschriebenen Ausbildung der genannten Magnetlager 11, 23 wird außer der axialen Stabilisierung auch eine radiale Stabilisierung erreicht. Da die Steifigkeit der Lagerung in radialer Richtung vergleichsweise gering ist, ist weiterhin im Bereich des unteren Endes des Rotors wenigstens eine Dämpfungseinrichtung 35 vorgesehen. Die genannte Dämpfungseinrichtung enthält eine auf dem Stator angeordnete Spule 36 mit einem E-förmigen Kern 37. Der Rotor weist in diesem Bereich ein glockenförmiges Teil 39 auf, welches auf der Innenseite einen Ring 40 aus ferromagnetischem Material enthält. Es ist weiterhin ein induktiver Sensor 42 für die radiale Schwingungsgeschwindigkeit des Rotors vorgesehen. In der Zeichnung befindet sich auf dem Rotor 5 eine weitere Spule 43, welche die Radialbewegung des Rotors 5 detektieren soll.

den sich der Sensor 42 sowie die als elektromagnetisches Stellglied wirkende Spule 36 in der gleichen Axialebene, so daß die zwischen Sensorsignal und elektromagnetischer Kraft der Spule 36 zur Dämpfung erforderliche Phasenverschiebung mittels des Reglers und Verstärkers 43 elektrisch vorgenommen wird. Selbstverständlich können auch Sensor und Stellglied in Umfangsrichtung um einen vorgegebenen Winkel angeordnet werden. Weiterhin können mehrere solcher Dämpfungseinrichtungen um den Umfang des Rotors verteilt angeordnet werden, wobei beispielsweise das Stellglied einen U-förmigen Kern 46 enthalten kann.

Zum Antrieb des Rotors ist bevorzugt ein bürstenloser Gleichstrommotor vorgesehen, enthaltend eine auf dem Stator angeordnete Wicklung 48. Die genannte 15 Wicklung befindet sich innerhalb des glockenförmigen Rotorteiles 39, auf dessen Innenseite ein magnetischer Rückschlußring 49 sowie radial magnetisierte Permanentmagnete 50 vorgesehen sind, wobei benachbarte Permanentmagnete jeweils entgegengesetzt magnetisiert sind. Die Ansteuerung der Wicklung erfolgt in bekannter Weise über die Steuereinheit 51, welche auch die Kommutierungselektronik enthält. Wird der genannte Gleichstrommotor entsprechend der deutschen Patentanmeldung P 24 17 818 eisenlos ausgebildet, so ergibt sich der wichtige Vorteil, daß dieser praktisch keine radiauen Kraftkomponenten auf den Rotor bewirkt. Als Antrieb können gegebenenfalls auch andere elektrische Motore, wie Synchron- oder Asynchronmotoren vorgesehen werden.

Wie der Zeichnung entnommen werden kann, sind der Elektromagnet 24 des zweiten Magnetlagers, die Sensoren 42 und Spulen 36 der Dämpfungseinrichtung sowie die Statorwicklung 48 des Antriebsmotors in einer Baugruppe zusammengefaßt. Die genannte Baugruppe ist am druckseitigen Gehäusedeckel 47 angeordnet und kann ohne weiteres aus dem Gehäuse 1 entfernt bzw. mit diesem verbunden werden. Dies ist im Hinblick auf eine einfache Fertigung bzw. Wartung der Pumpe von besonderer Bedeutung. Die Baugruppe ragt teilweise, also mit Statorwicklung sowie Sensoren und Spulen des Dämpfungskreises, in das glockenförmige Rotorteil 39 hinein.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

45

50

55

60

65

ZEICHNUNGEN BLATT 1

Nummer: 24 57 783
Int. Cl. 4: F 16 C 32/04
Veröffentlichungstag: 9. Oktober 1986

